

ارتباط بین غلظت آلاینده های استنشاقی دی اکسید نیتروژن، دی اکسید گوگرد، منواکسید کربن و عملکرد ریوی

دکتر لطیف معینی*^۱، دکتر علی فانی^۱، دکتر مهدی بختیار^۱، دکتر محمد رفیعی^۲

^۱گروه داخلی- دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران، ^۲گروه اپیدمیولوژی و آمار- دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران.

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۲/۲۳ اصلاح نهایی: ۸۹/۵/۸ تاریخ پذیرش: ۸۹/۷/۵

چکیده:

زمینه و هدف: آلاینده های استنشاقی نقش مهمی در بیماری های ریوی دارند. این مطالعه با هدف بررسی سطح آلاینده های استنشاقی دی اکسید نیتروژن، دی اکسید گوگرد، منواکسید کربن در اراک (شهر صنعتی و آلوده) و خمین (غیر صنعتی و غیر آلوده) و تعیین چگونگی اثر آن بر عملکرد ریه در مقطع زمان اسپرومتری انجام شد.

روش بررسی: دو شهر اراک و خمین به ترتیب به ده و پنج منطقه تقسیم و آلاینده های استنشاقی دی اکسید نیتروژن، دی اکسید گوگرد و منواکسید کربن اندازه گیری شدند. همزمان به طور تصادفی در فصول مختلف سال ۵۲۲ نفر از بالغ غیر سیگاری خمین و ۵۴۷ نفر از اراک انتخاب و از آنان اسپرومتری به عمل آمد و از شاخص کیفیت هوا ($Pollution\ standard\ index=PSI$) برای ارزیابی کیفیت هوا استفاده شد. میانگین غلظت آلاینده ها و شاخص پراکندگی ظرفیت های ریوی با آزمون های آماری آنالیز رگرسیون مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

یافته ها: میانگین PSI اراک $14/54 \pm 101/83$ و خمین $18/58 \pm 89/17$ بود ($P<0/05$). حداکثر جریان بازدمی (PEF) و ظرفیت حیاتی فعال (FVC) در اراک به طور معنی داری کمتر از خمین بود ($P<0/05$). میانگین غلظت منواکسید کربن (CO)، دی اکسید گوگرد (SO_2) و دی اکسید نیتروژن (NO_2) در اراک بالاتر از خمین بوده و این افزایش در مورد CO و SO_2 معنی دار بود ($P<0/001$). در تعداد کل نمونه آلاینده های CO، SO_2 و NO_2 ارتباط معنی داری بین میانگین ظرفیت حیاتی VC ($P<0/001$) و FVC ($P<0/05$) با غلظت SO_2 و PEF با NO_2 وجود داشت ($P<0/001$). در اراک رابطه میزان پیش بینی شده FVC با غلظت CO معکوس و معنی دار بود ($P=0/03$).

نتیجه گیری: با توجه به بالاتر بودن غلظت آلاینده های NO_2 ، SO_2 و CO در شهر اراک نسبت به خمین تاثیر آلاینده های فوق بر شاخص های اسپرومتری افراد سالم غیر سیگاری متفاوت می باشد. در اراک رابطه میزان پیش بینی شده FVC با غلظت CO معکوس و معنی دار بوده، لذا توصیه می شود که آلاینده های مذکور و منابع آنها سالیانه مورد پایش قرار گیرد.

واژه های کلیدی: آلاینده های استنشاقی، شاخص کیفیت هوا، عملکرد ریوی.

مقدمه:

اختلال در رشد ریه، بیماری انسداد مزمن ریوی (COPD)، سرطان ریه و احتمالاً ایجاد آسم و آلرژی است (۳). عملکرد ریه ابزار مهم ارزیابی سلامت دستگاه تنفس بوده و پیش آگهی دهنده مرگ و میر و ناتوانی قلبی و عروقی می باشد. محور اندازه گیری شاخص کیفیت (PSI) هوا بر اساس غلظت آلاینده های NO_2 ، SO_2 ، O_3 ، CO و PM_{10} (ذرات کوچک تر از ۱۰ میکرون) استوار می باشد. PSI

شواهد اپیدمیولوژیک و بالینی نشان دهنده اثرات آلودگی هوا بر روی سیستم تنفسی است. مطالعات اثرات زیان آور آلاینده های منواکسید کربن، دی اکسید نیتروژن و دی اکسید گوگرد را نشان داده است (۱، ۲). اثرات کوتاه مدت آلودگی هوا شامل تغییر در عملکرد ریه، علائم ریوی و مرگ و میر به علل تنفسی است. اثرات طولانی مدت و تجمعی این آلاینده ها،

غلظت ترکیبات آلاینده هوا را به اعداد ساده ای بین صفر تا ۵۰۰ تبدیل می کند و PSI کمتر از ۵۰ نشانه هوای عادی (سبز)، ۱۰۰-۵۱ آلودگی متوسط (زرد)، ۱۵۰-۱۰۱ وضعیت هشدار (نارنجی)، ۲۰۰-۱۵۱ وضعیت اضطراری (قرمز)، ۳۰۰-۲۰۱ وضعیت بحرانی (جگری) و ۵۰۰-۳۰۱ وضعیت بحرانی و خطر آفرین (خرمایی) می باشد. بعضی مطالعات از اثرات آلودگی هوای ناشی از ترافیک، بر روی رشد و تکامل ریه در بچه ها و بالغین حمایت می کند (۴). بچه ها نسبت به آلاینده های استنشاقی حساس تر بوده و باعث افزایش ریسک مرگ و میر آنها می شود و بعضی مطالعات نشان می دهد که آلودگی هوا موجب افزایش شیوع و بروز آسم می شود و میزان بستری افراد در بیمارستان را افزایش می دهد (۵). تماس طولانی با NO₂ در بچه ها موجب افزایش سرفه مزمن، برونشیت و کاهش عملکرد ریه می گردد، همچنین در مطالعه مقطعی انجام شده، نشان داده شد که بین غلظت SO₂ (حتی با غلظت کم) و کاهش حجم بازدم فعال در ثانیه اول (Forced expiratory volume in 1s=FEV1) رابطه معنی داری وجود دارد (۶). Schikowski و همکارانش نشان دادند که تماس مزمن با مجموعه آلاینده های هوا از جمله NO₂ در خانم هایی که در مجاورت جاده های شلوغ زندگی می کنند موجب آسیب عملکرد ریه و کاهش FEV1 و ظرفیت حیاتی فعال (Forced vital capacity=FVC) به ترتیب به میزان ۵/۱ درصد و ۳/۷ درصد می شود (۷). در حالی که مطالعه Pujades که بر روی ۲۶۴۴ نفر در سنین ۱۸ تا ۷۰ سالگی در ناتینگهام انجام شد همراهی قابل توجهی بین کاهش FEV1 با غلظت NO₂ یا زندگی در محل های پر ترافیک و نزدیک جاده را نشان نداد (۸). همچنین مطالعه Vander zees و همکاران که در جوامع شهری و غیر شهری انجام شد بین غلظت SO₂ و NO₂ و کاهش حداکثر جریان بازدم (Peak expiratory flow=PEF) ارتباط قابل توجهی وجود داشت (۹). در مطالعه مقطعی که توسط Peters و همکارانش انجام شد، PM₁₀، PM_{2.5}، NO₂ به طور قابل ملاحظه ای باعث کاهش

FEV1، FVC و MEF (Midexpiratory flow) شده و نشان داد که NO₂ در دختران به طور قوی با کاهش FVC ارتباط دارد (۱۰). در مطالعه ای که در یکی از نواحی آلوده چین انجام شد میزان SO₂ در ناحیه شهری دو برابر ناحیه اطراف شهری گزارش شد. در این مطالعه میزان FEV1، FVC و FEV1/FVC% به طور قابل ملاحظه ای در دو ناحیه متفاوت بود (۱۱). در مطالعه Schindler و همکارانش افزایش روزانه NO₂ به ترتیب با کاهش ۶۷٪، ۷۳٪ درصد در میزان FEV1 و FVC همراه بود (۱۲). در مطالعه Matkovic و همکاران کاهش عملکرد ریوی در گروه های با مدت زمان طولانی مواجهه با مواد آلاینده در مقایسه با گروه کنترل ذکر کرد (۱۳). در مطالعه Gauderman و همکارانش کاهش چشمگیری بر میزان عملکرد ریوی (FEV1، FVC، MEF، FEF25-75) در مواجهه با NO₂ و Vapor acid دیده شد. همچنین کاهش قابل ملاحظه ای به میزان ۳/۴ درصد در FEV1 و ۵ درصد در MEF در طول ۴ سال در مناطق بسیار آلوده نسبت به مناطق کمتر آلوده دیده شد (۱۴). در مطالعه دیگری تعداد ۲۳۵ کودک با میانگین سنی ۵/۱۳± سال از نظر عملکرد ریوی در مناطق مختلف آلوده شهری مورد بررسی قرار گرفتند. مواجهه با هوای آلوده در مناطق پر ترافیک باعث کاهش چشمگیری در میزان FVC و FEV1 شد. نتایج اسپرومتریک در تعداد قابل توجهی از کودکان، نشان دهنده عملکرد ریوی محدود شونده بود (۱۵). در مطالعه ای که در لهستان انجام شد، ۱۲۷۸ نفر از افراد غیر سیگاری از نظر میزان آلودگی مناطق سکونت آنها در سه گروه با درجه آلودگی کم (A)، متوسط (B) و بالا (C) قرار گرفتند. نتایج نشان داد که میانگین میزان پارامترهای عملکرد ریوی در هر سه گروه به طور معنی داری کاهش داشت. میزان FEV1، FVC و PEF50% در گروه A بالاتر و در گروه C در کمترین حد گزارش شد (۱۶). با توجه به این که اراک در ایران به عنوان یک شهر صنعتی مطرح بوده و توسعه صنعتی و تراکم کارخانجات مانند پالایشگاه، پتروشیمی، آلومینیوم

سازی، ماشین سازی و واگن پارس همراه با افزایش ترافیک موجب افزایش آلاینده های هوای شهر اراک می گردد و با توجه به فقدان مطالعه مشابه در جوامع شهری ایران، این مطالعه با هدف تعیین آلاینده های استنشاقی عمده مانند، دی اکسید نیتروژن، دی اکسید گوگرد، منواکسید کربن، در هوای شهر اراک و خمین به عنوان شهر غیر صنعتی با بافت کشاورزی و غیر آلوده و چگونگی اثرات آن بر حجم و ظرفیت های تنفسی انجام شد.

روش بررسی:

این مطالعه در قالب مشاهده ای- تحلیلی در فاصله زمانی آذرماه سال ۸۵ لغایت دی ماه سال ۸۶ و به صورت مورد- شاهدهی انجام شد. اراک به عنوان شهر مورد (در معرض آلاینده استنشاقی) و خمین به عنوان شهر شاهد (شهر غیر آلوده به آلاینده استنشاقی) انتخاب گردید. تعداد ۱۰۶۹ نفر در این مطالعه شرکت کردند که از این تعداد ۵۲۲ نفر (۴۸/۸٪) از خمین و بقیه از شهر اراک وارد مطالعه شدند. تعداد ۶۶۰ نفر (۶۱/۷٪) از افراد شرکت کننده در مطالعه زن و بقیه مرد بودند. میانگین سن افراد شرکت کننده در مطالعه $31/55 \pm 10/31$ سال بود. ابتدا اراک طبق استاندارد مرکز بهداشت به ده بخش مختلف تقسیم و ده ایستگاه اندازه گیری آلاینده استنشاقی در مناطق تعیین شده مستقر گردید، شهر خمین نیز به پنج منطقه تقسیم شد. در هفته اول و سوم هر ماه در هر ایستگاه نمونه گیری متعدد انجام و میانگین هر آلاینده بر اساس برنامه های محیط زیست استان مرکزی به عنوان شاخص آلودگی ثبت و گزارش گردید، با اندازه گیری آلایندها توسط دستگاه BUBK، (ساخت کمپانی LFI ایتالیا) انجام و هر روز همزمان با اندازه گیری آلاینده ها، پزشکان و کارشناسان آموزش دیده با استفاده از کد خانوار و به طور تصادفی از میان ساکنین محل در صورت رضایت با رعایت معیارهای ورود، نمونه ها انتخاب و پس از معاینه بالینی و پر

کردن پرسشنامه از هر فرد سه نوبت اسپرومتری (با دستگاه model:ponyfx,desktop ساخت ایتالیا) به عمل آمده و بهترین آنها به عنوان نتیجه اسپرومتری انتخاب گردید. نمونه گیری آلاینده ها و اسپرومتری همزمان در طی فصول و ماه های سال تکرار شد. از شاخص کیفیت هوا (PSI) جهت ارزیابی کیفیت هوا در جوامع شهری استفاده گردید. غلظت استاندارد آلاینده های منواکسید کربن (غلظت ۸ ساعته) دی اکسید گوگرد (غلظت سالانه) و دی اکسید نیتروژن (غلظت سالانه) به ترتیب ۹، ۰/۰۳ و ۰/۰۵ ppm (قسمت در میلیون) در نظر گرفته شد. معیارهای ورود به طرح شامل عدم سابقه آسم شناخته شده فامیلیال در بستگان درجه اول، عدم سابقه اعتیاد و مصرف سیگار، نداشتن تماس مستقیم با آلاینده های استنشاقی مثل کار در کارگاه های سنگبری، نقاشی، پاتروم آلومینیوم، پتروشیمی، رنگسازی، ریخته گری، داشتن سابقه حداقل سکونت یک ساله در شهر اراک و خمین، سن بالاتر از ۱۵ سال، عدم وجود سابقه عفونت حاد تنفسی در دو هفته اخیر و عدم مصرف برونکودیلاتور بود، اختلاف میانگین ظرفیت های ریوی با استفاده از t-test و میزان پیش بینی شده ظرفیت های ریوی بر اساس درصدهای مختلف با آنالیز رگرسیون، Pearson Correlation، Backward، مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

یافته ها:

میانگین سنی افراد شرکت کننده در مطالعه در خمین $33/06 \pm 10/7$ و در اراک $30/12 \pm 9/23$ سال بود که کمترین و بیشترین سن به ترتیب ۱۵ و ۶۶ سال بوده است. بر اساس مقایسه شاخص کیفیت هوا در دو شهر اراک و خمین، میانگین PSI شهر اراک ($101/83 \pm 14/54$) بالاتر از خمین ($89/17 \pm 18/58$) بود ($P < 0/001$). به طور کلی بر اساس میانگین شاخص کیفیت هوا، هوای اراک در تمام فصول حداقل دارای آلودگی متوسط و در بعضی از مناطق شاخص

جدول شماره ۱: مقایسه میانگین غلظت آلاینده های مورد مطالعه در دو شهر خمین و اراک

نوع متغیر زمان بررسی	مونواکسید کربن (۸ ساعت)		Pvalue	دی اکسید گوگرد (سالیانه)		Pvalue	دی اکسید نیتروژن (سالیانه)		Pvalue
	اراک	خمین		اراک	خمین		اراک	خمین	
بهار	۵/۸۲±۴/۷	۲/۳۷±۱/۵۹	<۰/۰۰۱	۰/۱±۰/۰۶	۰/۱±۰/۰۵	۱	۰/۵۲±۰/۰۸	۰/۴۸±۰/۰۸	<۰/۰۰۱
تابستان	۶/۲۸±۳/۲	۴/۹۲±۲/۵۰	<۰/۰۰۱	۰/۰۶±۰/۰۵	۰/۰۴±۰/۰۵	<۰/۰۰۱	۰/۱۴±۰/۰۴	۰/۱۱±۰/۰۳	<۰/۰۰۱
پاییز	۶/۴۹±۳/۵	۶±۲/۸۲	۰/۲۰۸	۰/۰۳±۰/۰۴	۰/۰۱±۰/۰۳	۰/۰۰۲	۰/۲۱±۰/۰۹	۰/۲۱±۰/۰۶	۰/۷۰۶
زمستان	۷/۰۸±۳/۳	۴/۷۷±۲/۸۰	<۰/۰۰۱	۰/۰۳±۰/۰۴	۰/۰۴±۰/۰۴	۰/۳۰۳	۰/۱۲±۰/۰۵	۰/۱۸±۰/۱۶	<۰/۰۰۱
کل	۶/۳۷±۳/۶۷	۴/۷۰±۲۳/۸۲	<۰/۰۰۱	۰/۱±۰/۰۶	۰/۱±۰/۰۵	<۰/۰۰۱	۰/۲۳±۰/۱۶	۰/۲۲±۰/۱۵	۰/۸۹

- واحد سنجش غلظت آلاینده ها ppm می باشد.

- حجم نمونه اراک ۵۴۷ و خمین ۵۲۲ می باشد.

آلودگی هوا در وضعیت هشدار (نارنجی) بوده در حالی که شدت غلظت آلاینده ها در شهر خمین (کنترل) در حد متوسط و یا در حد قابل قبول بود. بر اساس نتایج به دست آمده غلظت آلاینده های NO_2 ، SO_2 ، CO در اراک در سال ۸۶-۱۳۸۵ نسبت به خمین بالاتر بوده است. این افزایش در مورد آلاینده های SO_2 ، CO معنی دار بود ($P<0/001$) (جدول شماره ۱). تفاوت ظرفیت حیاتی و نسبت حجم بازدمی فعال در ثانیه اول به ظرفیت حیاتی فعال بر اساس سطح کمتر و بیشتر از ۸۰ درصد قابل پیش بینی بین دو شهر اراک و خمین معنی دار بود (جدول شماره ۲).

میانگین ظرفیت حیاتی VC و FVC در تعداد کل نمونه های مورد مطالعه (۱۰۶۹ نفر) به ترتیب ۳/۵۹ و ۳/۷۶ لیتر بود که در مجموعه متغیرهای آلاینده های سه گانه (NO_2 ، SO_2 ، CO) ارتباط معنی دار بین VC ($P<0/001$) و FVC ($P=0/014$) با غلظت آلاینده SO_2 وجود داشت و این ارتباط در افراد مسن و جنس مؤنث معنی دارتر بوده ($P<0/001$) و کاهش ظرفیت حیاتی در فصل زمستان و پاییز بیشتر مشاهده شد. میانگین FEV1 در تعداد کل نمونه های مورد مطالعه ۳/۲۱ لیتر بود که با استفاده از مدل رگرسیون خطی برای بررسی رابطه آلاینده های مختلف با متغیرهای سن و جنس به کمک روش

Backward هیچ ارتباط معنی داری بین FEV1 با آلاینده های مورد مطالعه وجود نداشت. میانگین میزان جریان بازدم فعال (PEF) در تعداد کل نمونه های مورد مطالعه ۶/۶۱ لیتر بود که با استفاده از مدل رگرسیون خطی رابطه آلاینده های مختلف با متغیرهای سن و جنس به کمک روش Backward بررسی شد و ارتباط معنی داری بین میانگین PEF و آلاینده NO_2 وجود داشت ($P<0/001$) و این ارتباط در جنس مؤنث بیشتر بوده است (با $Coefficient=2/43$) و با سایر آلاینده ها ارتباط معنی داری وجود نداشت. میانگین جریان بازدم فعال بین ۲۵ تا ۷۵ درصد ظرفیت حیاتی (FEF 25-27%) و میانگین سرعت متوسط جریان بازدمی در طی ۵۰ درصد میانی ظرفیت حیاتی (MEF %50) در تعداد کل نمونه های مورد مطالعه به ترتیب ۳/۶۷ و ۴/۳۰ لیتر بود رابطه آلاینده های مختلف با متغیرهای سن و جنس به کمک روش Backward بررسی و ارتباط معنی داری بین میانگین FEF 25-75% با غلظت آلاینده های SO_2 داشت و این ارتباط در فصل تابستان و در خانم ها و افراد مسن بیشتر بود، اما MEF %50 ارتباطی با آلاینده ها نداشت. میانگین $\frac{FEV1}{FVC}$ اندازه گیری شده (Actual) در اراک ۸۵/۶ درصد و در خمین ۸۴/۶۸ درصد بوده ولی این اختلاف معنی دار بود ($P=0/016$)

جدول شماره ۲: توزیع میزان حجم ها و ظرفیت های ریوی در اراک و خمین بر اساس $\geq 80\%$ و $\leq 80\%$ درصد

Pvalue	خمین				اراک				شهر	ظرفیت های ریوی
	غیر طبیعی $\leq 80\%$		طبیعی		غیر طبیعی $\geq 80\%$		طبیعی $\leq 80\%$			
	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد		
۰/۴۵۷	۱۱/۳	۵۹	۸۸/۷	۴۶۳	۱۱/۷	۶۴	۸۸/۳	۴۸۳	حجم بازدم فعال در ثانیه اول (FEV1)	
۰/۲۴۶	۸/۸	۴۶	۹۱/۲	۴۷۶	۱۰/۲	۵۶	۸۸/۷	۴۶۳	ظرفیت حیاتی فعال (FVC)	
۰/۰۰۷	۲۵/۹	۱۳۶	۷۴/۱	۳۸۷	۱۹/۴	۱۰۶	۸۰/۶	۴۴۱	ظرفیت حیاتی (VC)	
۰/۰۰۴	۸/۲	۴۳	۹۱/۸	۴۷۹	۴/۲	۲۳	۹۵/۸	۵۲۴	حجم بازدم فعال در ثانیه اول/ ظرفیت حیاتی فعال $\frac{FEV1}{FVC}$	
۰/۵۲۲	۳۶/۴	۱۸۵	۶۴/۶	۳۳۷	۳۵/۵	۱۹۳	۶۴/۵	۳۶۳	سرعت جریان بازدم فعال ۲۵ تا ۷۵٪ (FEF 25-75)	
۰/۱۶۲	۳۳/۹	۱۷۷	۶۶/۱	۳۴۵	۳۰/۹	۱۶۹	۶۹/۱	۳۷۸	جریان میدان بازدمی ۵۰٪ (MEF 50%)	
۰/۴۴۸	۴۰/۶	۲۱۲	۵۹/۴	۳۱۰	۴۰/۰	۲۱۹	۶/۰	۳۲۸	حداکثر جریان بازدم (PEF)	

(جدول شماره ۲). در مطالعه انجام شده بر روی ۵۴۷ نفر در شهر اراک همبستگی ظرفیت های ریوی پیش بینی شده با آلاینده ها به صورت زیر بود: رابطه میزان پیش بینی شده VC، FEV1 و MEF 50% با غلظت آلاینده مونوکسید کربن معکوس بوده، یعنی با افزایش غلظت این آلاینده درصد VC، FEV1 و MEF 50% کاهش یافته اما این رابطه معنی دار نبوده است. رابطه میزان پیش بینی شده FVC با غلظت آلاینده مونوکسید کربن معکوس بوده یعنی با افزایش غلظت این آلاینده ها درصد FVC کاهش یافته اما این رابطه معنی دار بود. رابطه میزان پیش بینی شده FEF 25-75% تنها با غلظت آلاینده های دی اکسید گوگرد و دی اکسید نیتروژن

معکوس بوده یعنی با افزایش غلظت این آلاینده ها FEF 25-75% کاهش یافته ولی این رابطه معنی دار نبوده است. در مطالعه انجام شده بر روی ۵۲۲ نفر در شهر خمین همبستگی ظرفیت های ریوی پیش بینی شده با آلاینده ها به صورت زیر بود: میزان پیش بینی شده VC، FEV1، FVC و MEF 50% با غلظت آلاینده CO رابطه عکس داشته یعنی با افزایش غلظت آلاینده CO درصد VC، FEV1، FVC و MEF 50% کاهش یافته، اما این همبستگی با سایر MEF کاهش یافته است. اما این همبستگی با سایر آلاینده ها وجود نداشت. میزان پیش بینی شده FEF 25-75% با هیچ یک از آلاینده ها همبستگی وجود نداشت.

جدول شماره ۳: میانگین ظرفیت های مختلف ریوی در دو شهر اراک و خمین (۱۳۸۵-۱۳۸۶)

شهر	اراک	خمین	Pvalue	ظرفیت های ریوی
	۳/۵±۰/۸	۳/۶±۰/۸	۰/۳۵۲	ظرفیت حیاتی A
	۸۹/۳±۱۲	۸۷/۲±۱۱/۷	۰/۰۰۵	ظرفیت حیات P
	۳/۶±۰/۸	۳/۸±۰/۹	۰/۰۱۱	ظرفیت حیاتی فعال A
	۹۳/۵±۱۲/۳	۹۳/۹±۱۱/۶	۰/۵۹۴	ظرفیت حیاتی P
	۳/۱±۰/۷	۳/۲±۰/۷	۰/۰۷۴	حجم بازدم فعال در ثانیه اول A
	۹۳/۲±۱۲	۹۱/۹±۱۲	۰/۳۳۴	حجم بازدم فعال در ثانیه اول P
	۸۵/۶±۵/۹	۸۴/۶±۶/۳	۰/۰۱۶	حجم بازدم فعال در ثانیه اول / ظرفیت حیاتی A
	۱۰۳/۹±۷/۱	۱۰۳/۷±۷/۵	۰/۶۸۵	حجم بازدم فعال در ثانیه اول ظرفیت حیاتی P
	۶/۴±۱/۷	۶/۷±۱/۹	۰/۰۲۰	حداکثر جریان بازدم A
	۸۴/۶±۱۷/۸	۸۴/۴±۱۸/۵	۰/۸۴۴	حداکثر جریان بازدم P
	۳/۶±۰/۹	۳/۶±۱/۱	۰/۴۸۹	سرعت جریان بازدم فعال ۲۵ تا ۷۵٪ A
	۸۶/۹±۱۹/۴	۸۷/۵±۲۱/۸	۰/۶۷۰	سرعت جریان بازدم فعال ۲۵ تا ۷۵٪ P
	۴/۲±۱/۱	۴/۳±۱/۳	۰/۱۳۶	جریان میان بازدمی ۵۰٪ A
	۹۰/۹±۲۲	۹۲±۲۴/۳	۰/۴۷۰	جریان میان بازدمی ۵۰٪ P

داده ها بر اساس "انحراف معیار میانگین" می باشد.

n در خمین=۵۲۲ نفر n در اراک=۵۴۷ نفر

Pred=مقادیر پیش بینی شد

Actual=مقادیر اندازه گیری شد.

بحث:

بر اساس میانگین شاخص کیفیت هوا (PSI)، هوای اراک در تمام فصول حداقل دارای آلودگی متوسط و در بعضی از مناطق شاخص آلودگی هوا در وضعیت هشدار (نارنجی) بوده و بقیه مناطق ده گانه آلودگی در حد متوسط داشتند. در حالی که شدت غلظت آلاینده ها در شهر خمین (کنترل) در حد متوسط و یا در حد قابل قبول بود. با توجه به سهم آلاینده های سه گانه مونواکسید کربن دی اکسید گوگرد و دی اکسید نیتروژن در شاخص کیفیت هوا و منابع آن و بافت صنعتی شهر اراک نتایج مذکور قابل انتظار می باشد. با توجه به اثرات زیانبار آلاینده ها به ویژه بر روی کودکان، که موجبات هزینه های اقتصادی و اجتماعی را فراهم می آورد و نیز توسعه روز افزون جمعیت شهری شناخت و بررسی اثرات آلاینده ها را ضروری می سازد. اثرات آلاینده های استنشاقی مورد مطالعه بر روی سیستم تنفسی به صورت حاد و مزمن می باشد که در مطالعه انجام شده با توجه به

اینکه در یک مقطع زمانی خاص انجام شده حداقل نشان دهنده اثرات حاد آلاینده های مذکور می باشد. در مطالعه انجام شده مقادیر اندازه گیری شده (Actual) PEF در شهر اراک کمتر از خمین بوده و این تفاوت معنی دار بود. این امر می تواند بدلیل تاثیر حاد بیشتر آلاینده های سه گانه بر روی جریان خروج هوا باشد. بر اساس نتایج به دست آمده حداکثر میانگین آلاینده NO₂ در فصل بهار و تابستان در اراک بالاتر از خمین بوده است. نتایج مذکور می تواند ناشی از اثرات متفاوت شرایط اقلیمی و حمل و نقل شهری باشد بر اساس نتایج، غلظت آلاینده های CO و SO₂ در اراک به طور معنی داری نسبت به خمین بالاتر بود. با توجه به منابع آلاینده های فوق که ناشی از کارخانجات گوناگون و سوخت نیروگاه ها و حجم متفاوت وسایل نقلیه در دو شهر لازم است سهم هر یک از منابع در دو شهر تعیین گردد. بر اساس نتایج مطالعه در شهر اراک با توجه به ضریب همبستگی، رابطه میزان پیش بینی شده

FVC با غلظت آلاینده مونوکسید کربن معکوس بود یعنی با افزایش غلظت این آلاینده ها درصد FVC کاهش یافته و این رابطه معنی دار بوده است. در حالی که این رابطه در خمین معنی دار نبود دلیل این امر بالاتر بودن غلظت مونواکسید کربن در شهر اراک نسبت به خمین است رابطه میزان پیش بینی شده میزان FEF 25-75% در اراک تنها با غلظت آلاینده های دی اکسید گوگرد و دی اکسید نیتروژن معکوس بود یعنی با افزایش غلظت این آلاینده ها، FEF 25-75% کاهش یافته ولی این رابطه معنی دار نبود. اما در خمین FEF 25-75% با هیچ یک از آلاینده ها همبستگی نداشت گرچه سطح دی اکسید گوگرد و دی اکسید نیتروژن در شهر اراک بالاتر است اما به نظر می رسد در حال حاضر غلظت دی اکسید گوگرد و دی اکسید نیتروژن مشکلی از نظر اختلال شاخص تنفسی ایجاد نکرد. نتایج مطالعه Lagorio نیز نشان داد که اثرات کوتاه مدت تماس با آلاینده های هوا بر حجم و جریان هوا به ویژه افزایش NO_2 محدود به افرادی است که قبلاً اختلال عملکرد ریه داشته اند مانند افراد مبتلا به آسم خفیف (۱۷) در حالی که مطالعه انجام شده توسط Lubinski نشان می دهد افرادی که در مناطق با آلودگی بالای SO_2 و NO_2 زندگی می کنند FVC، FEV1، FEF50% کمتری دارند (۱۶). نتایج مشابهی در مطالعه Mathkonic حاصل شد (۱۲، ۱۴، ۱۵). در حالی که در مطالعه دیگری (۹) افزایش آلاینده SO_2 همراه با کاهش PEF بوده است. رابطه میزان پیش بینی شده FEV1، VC و 50% MEF با غلظت آلاینده های CO، در هر دو شهر اراک و خمین معکوس بوده گرچه معنی دار نبوده که نشان دهنده تاثیر بیشتر CO بر شاخص های فوق نسبت به سایر آلاینده ها است بر اساس مطالعه انجام شده در تعداد کل نمونه ها که با استفاد از مدل رگرسیون خطی رابطه آلاینده های مختلف با سن و جنس به کمک روش Backward مورد بررسی قرار گرفت در مجموعه متغیرهای آلاینده های ۳ گانه (NO_2 ، SO_2 ، CO) ارتباط معنی داری بین VC و FVC با غلظت آلاینده SO_2 وجود داشته و این

ارتباط در افراد مسن و جنس مؤنث معنی دار تر بود. این امر گرچه نشان دهنده آسیب پذیری بیشتر افراد مسن و خانم ها نسبت به آلاینده SO_2 بوده اما نیازمند بررسی اثر سایر عوامل و آلاینده ها دیگر بر VC و FVC می باشد. همچنین میانگین FEF 25-75% ارتباط معنی داری با غلظت آلاینده های SO_2 داشت و این ارتباط در خانم ها و افراد مسن بیشتر بود، به طوری که در گروه مذکور با افزایش غلظت SO_2 FEF 25-75% کاهش یافته است. نتیجه مذکور می تواند نشانه تاثیر SO_2 بر روی مجاری هوایی کوچک باشد. نتایج مشابهی در مطالعه Matkovic نیز در زنان ساکن در مناطق با آلودگی بالای SO_2 ، مشاهده شد (۱۳). به نظر می رسد تاثیر پذیری بیشتر FVC و VC از SO_2 می تواند نشانه تحت تاثیر قرار گرفتن بیشتر مجاری هوایی بزرگ باشد. در حالی که در مطالعه Matkovic افزایش غلظت SO_2 به تنهایی و نه در ترکیب با سایر آلاینده ها بیشتر شاخص 25-75% FEF کاهش یافت. لذا اثرات SO_2 در ترکیب با سایر آلاینده ها می تواند مجاری هوایی بزرگ و کوچک را همزمان تحت تاثیر قرار دهد. همچنین ارتباط معنی داری بین PEF و آلاینده NO_2 وجود داشت که می تواند بدلیل تاثیر حاد NO_2 بر جریان خروج هوا باشد. در یک بررسی که بر روی تمام مقالات منتشر شده از سال ۱۹۸۵ تا ۲۰۰۶ انجام شده و افراد با مقطع سنی ۷ الی ۱۵ سال را بررسی کرده اند همبستگی منفی بین غلظت SO_2 ، FVC، FEV1 و ترکیبات NO با MMEF گزارش شده و این اثرات در دختران بیش از پسران بوده است (۱۸، ۱۹). در مقایسه با نتایج مطالعه ما نشان دهنده افت بیشتر عملکرد ریه در کودکان است، اما به نظر می رسد این اثر در بالغین نیز مشهود می باشد. با این حال نتایج مطالعه انجام شده گرچه گویای اثرات کوتاه مدت آلاینده های سه گانه (NO_2 ، SO_2 ، CO) بر روی شاخص های عملکرد ریه بالغین است اما نمی توان اثرات سایر

آلاینده ها را از جمله ذرات معلق و سایر ترکیبات چشم پوشی کرد.

نتیجه گیری:

بر اساس نتایج تحقیق با توجه به بالاتر بودن شاخص آلودگی شهر اراک نسبت به خمین و بالاتر بودن غلظت آلاینده های مونواکسید کربن دی اکسید گوگرد و دی اکسید نیتروژن در شهر اراک نسبت به خمین تأثیر آلاینده های فوق بر شاخص های اسپرومتری افراد سالم غیر سیگاری متفاوت می باشد. در اراک مونواکسید کربن بیشتر ظرفیت حیاتی فعال را تحت تأثیر قرار داده و در مجموع (در هر دو شهر) دی اکسید گوگرد، ظرفیت حیاتی و ظرفیت حیاتی فعال و دی اکسید نیتروژن، حداکثر

جریان بازدمی را تحت تأثیر قرار می دهد و افراد مسن و خانم ها نسبت به بعضی آلاینده ها از جمله دی اکسید گوگرد آسیب پذیرتر می باشند. لذا توصیه به شناسایی و پایش مستمر منابع آلاینده های مذکور در دو شهر همراه با شناسایی افراد آسیب پذیر و اقدامات پیشگیرانه می شود.

تشکر و قدردانی:

این مطالعه با تصویب شورای پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اراک و با تأمین مالی مدیریت پژوهش استاندارد استان مرکزی به انجام رسید. از همکاران محترم در دفتر آموزش و پژوهش استاندارد استان مرکزی و آقایان مهندس آقایی، دکتر صدوقی، مهندس جلالوندی، مصطفوی و محرابیان و خانم ها مریم خانی و مهدیه چقّاء که ما را در این پژوهش یاری کرده اند کمال تشکر و سپاسگزاری را می نمایم.

منابع:

1. Chen TM, Gokhale J, Shofer S, Kuschner WG. Outdoor air pollution: nitrogen dioxide, sulfur dioxide, and carbon monoxide health effects. *Am J Med Sci*. 2007; 333(4): 249-56.
2. Latza U, Gerdes S, Baur X. Effects of nitrogen dioxide on human health: Systematic review of experimental and epidemiological studies conducted between 2002 and 2006. *Int J Hyg Environ Health*. 2009 Mar; 212(3): 271-87.
3. Annesi-Maesano I, Dab W. Air pollution and the lung: epidemiological approach. *Med Sci (Paris)*. 2006 Jun-Jul; 22(6-7): 589-94.
4. Gotschi T, Heinrich J, Sunyer J, Kunzli N. Long-term effects of ambient air pollution on lung function: a review. *Epidemiology*. 2008 Sep; 19(5): 690-701.
5. Buka I, Koranteng S, Osornio-Vargas AR. The effects of air pollution on the health of children. *Paediatr Child Health*. 2006 Oct; 11(8): 513-6.
6. Schwela D. Air pollution and health in urban areas. *Rev Environ Health*. 2000 Jan-Jul; 15(1-2): 13-42.
7. Schikowski T, Sugiri D, Ranft U, Gehring U, Heinrich J, Wichmann HE, et al. Long-term air pollution exposure and living close to busy roads are associated with COPD in women. *Respir Res*. 2005Dec; 6: 152.
8. Pujades-Rodríguez M, McKeever T, Lewis S, Whyatt D, Britton J, Venn A. Effect of traffic pollution on respiratory and allergic disease in adults: cross-sectional and longitudinal analyses. *BMC Pulm Med*. 2009 Aug; 9: 42.
9. van der Zee S, Hoek G, Boezen HM, Schouten JP, van Wijnen JH, Brunekreef B. Acute effects of urban air pollution on respiratory health of children with and without chronic respiratory symptoms. *Occup Environ Med*. 1999 Dec; 56(12): 802-12.
10. Peters JM, Avol E, Gauderman WJ, Linn WS, Navidi W. A study of twelve Southern California communities with differing levels and types of air pollution. II. Effects on pulmonary function. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999 Mar; 159(3): 768-75.

11. Wang B, Peng Z, Zhang X, Xu Y. Particulate matter, sulfur dioxide, and pulmonary function in never-smoking adults in Chongqing, China. *Int J Occup Environ Health*. 1999 Sep; 5(1): 14-9.
12. Schindler C, Kunzli N, Bongard JP, Leuenberger P, Karrer W, Rapp R, et al. Short-term variation in air pollution and in average lung function among never-smokers. The Swiss Study on Air Pollution and Lung Diseases in Adults (SAPALDIA). *Am J Respir Crit Care Med*. 2001 Feb; 163(2): 356-61.
13. Matkovic V, Matkovic N, Kontosic I, Jonjic A, Matkovic V. The effect of air pollution on ventilatory function in nonsmoking women. *Arh Hig Rada Toksikol*. 1998 Mar; 49(1): 19-25.
14. Gauderman WJ, McConnell R, Gilliland F, London S. Association between air pollution and lung function growth in southern California children. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000; 162(4 Pt 1): 1383-90.
15. Fritz GJ, Herbarth O. Pulmonary function and urban air pollution in preschool children. *Int J Hyg Environ Health*. 2001; 203(3): 235-44.
16. Lubiński W, Toczyska I, Chciałowski A, Plusa T. Influence of air pollution on pulmonary function in healthy young men from different regions of Poland. *Ann Agric Environ Med*. 2005; 12(1): 1-4.
17. Lagorio S, Forastiere F, Pistelli R, Iavarone I, Michelozzi P, Fano V, et al. Air pollution and lung function among susceptible adult subjects: a panel study. *Environ Health*. 2006 May; 5: 11.
18. Ling Liu L, Zhang J. Ambient air pollution and children's lung function in China. *Environ Int*. 2009; 35(1): 178-86.
19. Kostas NP, Michael B, Athanasios GA, Paliatsos S. Different effects of urban and rural environments in the respiratory status of Greek schoolchildren. *Respir Med*. 2007; 101(1): 98-106.

Cite this article as: Moini L, Fani A, Bakhtyar M, Rafeie M. [Correlation between the concentration of air pollutants (CO, SO₂ and NO₂) and pulmonary function. *J Shahrekord Univ Med Sci*. 2011 Apr, May; 13(1): 27-35.]Persian

Received: 14/Mar/2010

Revised: 30/July/2010

Accepted: 27/Sep/2010

Correlation between the concentration of air pollutants (CO, SO₂ and NO₂) and pulmonary function

Moini L (MD)*¹, Fani A (MD)¹, Bakhtyar M (MD)¹, Rafeie M (PhD)²¹Internal Dept., Arak Univ. of Med. Sci. Arak, Iran, ²Epidemiology and Biostatic Dept., Arak Univ. of Med. Sci. Arak, Iran.

Background and aim: Due to significant role of air pollutants on lung diseases this study aimed to examine the effects of concentration of air pollutants (CO, SO₂, NO₂) on Spirometric lung function.

Methods: The sample cities, Arak (as an industrial contaminated city) and Khomain, (as a non-contaminated non-industrial city), were divided into Ira 10 and 5 regions, respectively. A sample of air pollutants (CO, SO₂, NO₂) was measured randomly by PSI (Pollution Standard Index) machine throughout the year from spring to winter. Random samples consisted of 522 non-smokers from Khomain and 547 from Arak were selected. Pulmonary function tests were completed on all participants. The mean concentration of air pollutants and distribution index of lung capacity were subjected to regression analysis.

Results: Analysis of the results showed that PSI in Arak was 101.83±4.54 and in Khomain was 89.17±18.58 (P<0.05). Measured values FVC and PEF in Arak were significant lower than Khomain (P<0.05). The mean values for the concentration of CO, SO₂ and NO₂ in Arak were higher than Khomain, although the differences were significant only for CO and SO₂ (P<0.001). The three pollutants (NO₂, SO₂ and CO) showed a significant correlation between mean VC (P<0.001) FVC, (P<0.05) with concentrations of SO₂ and PEF with NO₂ (P<0.001). In Arak, the correlation between the predicted FVC and concentration of CO was negative and significant.

Conclusion: The mean value of concentration of SO₂, CO and NO₂ in Arak were higher than Khomain. In Arak, a significant negative correlation was also observed between FVC and the concentration of CO. These pollutants and their resources should be annually measured and monitored.

Keywords: Air pollutants, Lung function, Pollution, Standard index.

Cite this article as: Moini L, Fani A, Bakhtyar M, Rafeie M. [Correlation between the concentration of air pollutants (CO, SO₂ and NO₂) and pulmonary function. J Shahrekord Univ Med Sci. 2011 Apr, May; 13(1): 27-35.]Persian

*Corresponding author:
 Internal Dept.,
 Amiralmomenin hospital,
 Arak, Iran.
 Tel:
 0861-4172630
 E-mail:
 Moini_latif@yahoo.com